انتقال حرارت ۱

مدرس: نفیسه بینش

فصل سوم:
هدایت پایدار یک بعدی

۳-۱: هدایت پایدار یک بعدی بدون چشمه حرارتی

- ✓ کارتزین
- ✓ استوانه ای
- ✓ کروی

۳-۲: هدایت پایدار یک بعدی با چشمه حرارتی

- ✓ کارتزین
- ✓ استوانه ای
- ✓ کروی

۳-۳: محاسبات پره ها

۳-۱: هدایت پایدار یک بعدی بدون چشمه حرارتی

۳-۱-۱: دیواره ها (مختصات کارتزین)

الف) دیواره های ساده

$$\frac{1}{\alpha}\frac{dT}{dt} = \frac{d^2T}{dx^2} + \frac{\dot{q}}{K}$$

$$\frac{d^2T}{dx^2} = 0 \rightarrow \frac{dT}{dx} = C_1$$

$$T = C_1 x + C_2$$

با توجه به اینکه دو ثابت داریم، پس نیاز به دو شرط مرزی نیز برای محاسبه این ثوابت داریم.

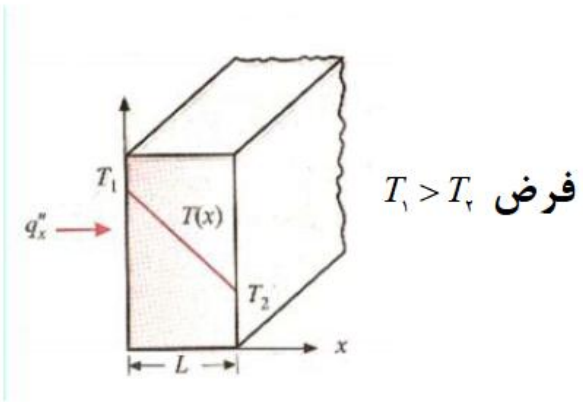
- شرایط مرزی :

$X=o \rightarrow T=T_1$

$X=L \rightarrow T=T_2$

$T_1=C_1(0)+C_2 \rightarrow C_2=T_1$

$T_2=C_1(L)+T_1 \rightarrow C_1=\frac{T_2-T_1}{L}$



معادله توزیع دما

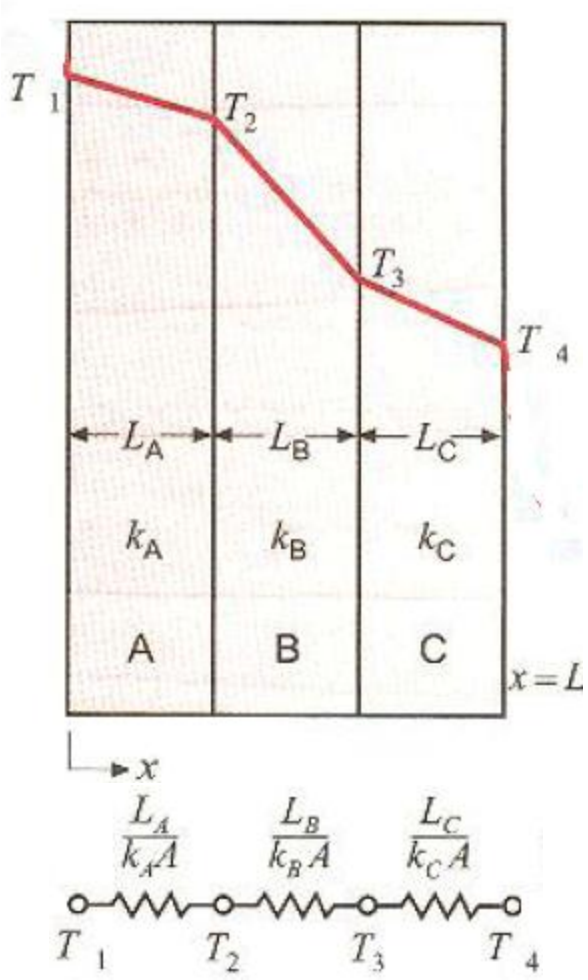
$$T = \frac{T_2 - T_1}{L} x + T_1$$

شدت انتقال حرارت

$$q = -KA\frac{dT}{dx} = -KA\frac{T_2 - T_1}{L} = \mathrm{KA}\frac{T_1 - T_2}{L} = \frac{T_1 - T_2}{L/KA}$$

$$q = \frac{T_1 - T_2}{R}\ ;\ \mathrm{R=L/KA}$$

ب) دیواره مرکب سری



$$q_t = \frac{T_1 - T_4}{R_t} \qquad R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

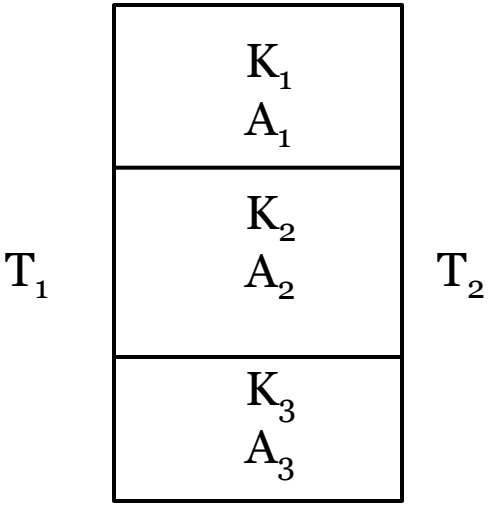
نکته ۱:

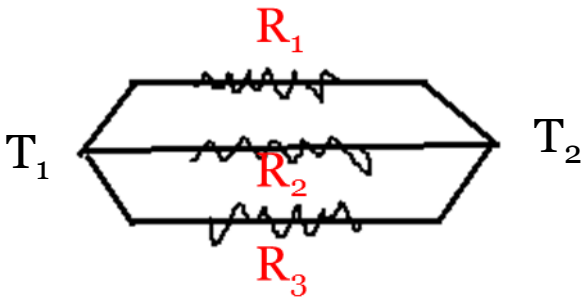
$$q_t = q_1 = q_2 = q_3$$

نکته ۲: با توجه به نکته قبلی، می توان دمای سطح مشترک دیواره ها را محاسبه کرد:

$$\frac{T_1 - T_4}{R_t} = \frac{T_1 - T_2}{R_1} = \frac{T_2 - T_3}{R_2} = \frac{T_3 - T_4}{R_3} = \frac{T_1 - T_3}{R_1 + R_2}$$

ج) دیواره مرکب موازی



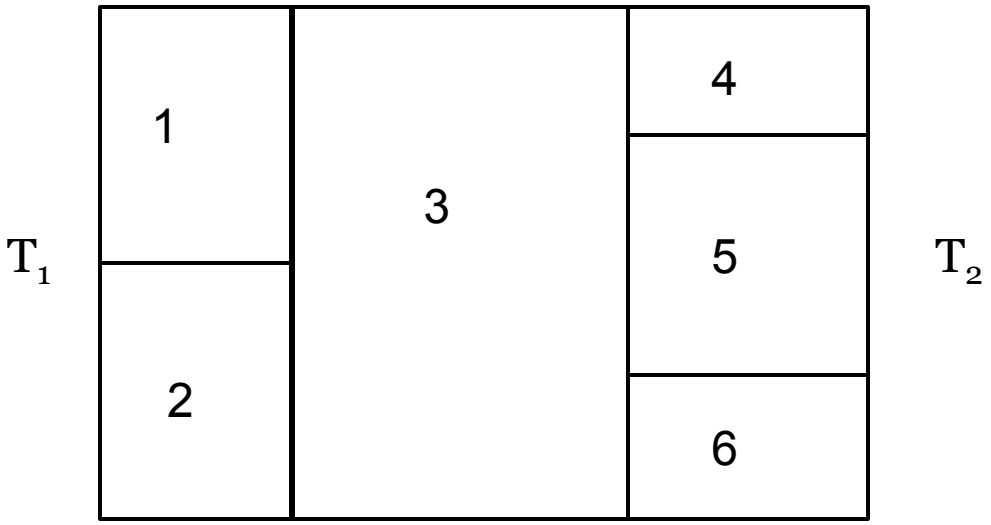


$$q_t = \frac{T_1 - T_2}{R_t}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

د) دیواره مرکب ترکیبی



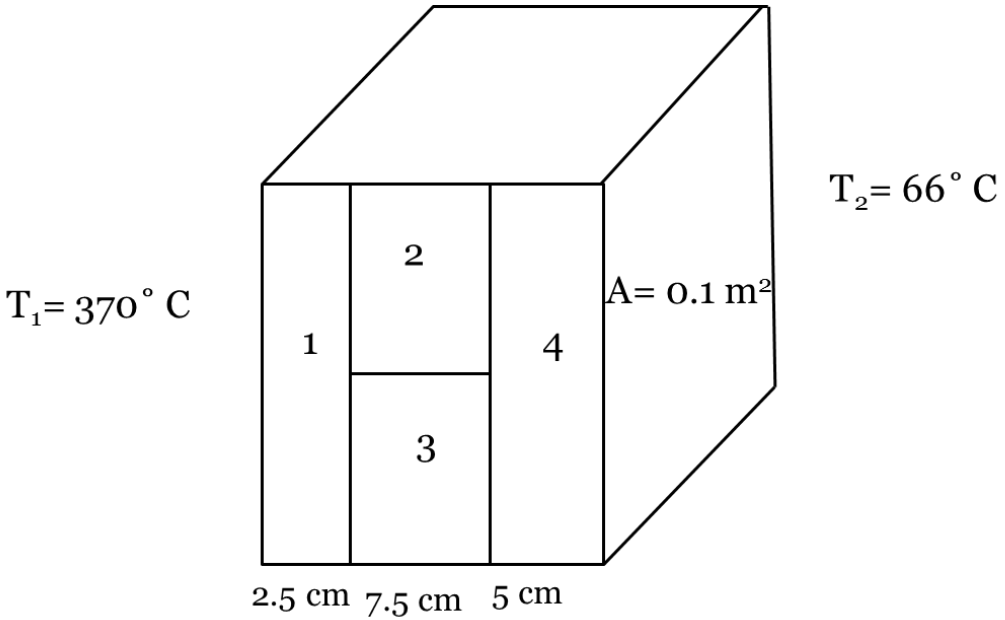
$$q_t = \frac{T_1 - T_2}{R_t}$$

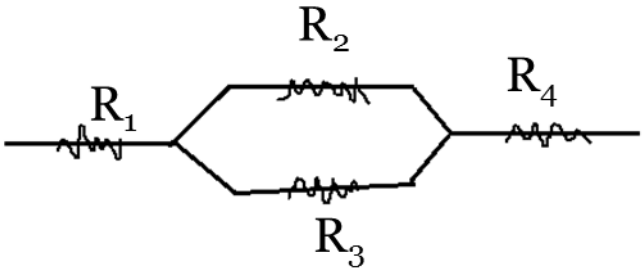
$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}} + R_3 + \frac{1}{\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_5}+\frac{1}{R_6}}$$

مثال: شدت انتقال حرارت انتقالی در دیواره مرکب زیر را بدست آورید. مقادیر ضریب هدایتی لایه ها به شرح زیر است:

K_1= 170 W/m.˚C K_2=34 W/m.˚C

K_3= 56 W/m.˚C K_4= 77 W/m.˚C





$$R_t = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} + R_4$$

$$R_1 = \frac{L_1}{K_1 A_1} = \frac{0.025}{170 * 0.1} = 1.47 * 10^{-3}\ ^\circ C/W$$

$$R_2 = \frac{L_2}{K_2 A_2} = \frac{0.075}{34 * 0.05} = 44.1 * 10^{-3}\ ^\circ C/W$$

$$R_3 = \frac{L_3}{K_3 A_3} = \frac{0.075}{56 * 0.05} = 26.7 * 10^{-3}\ ^\circ C/W$$

$$R_4 = \frac{L_4}{K_4 A_4} = \frac{0.05}{77 * 0.1} = 6.49 * 10^{-3}\ ^\circ C/W$$

$$R_t = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} + R_4 = 24.36 * 10^{-3}\ ^\circ C/W$$

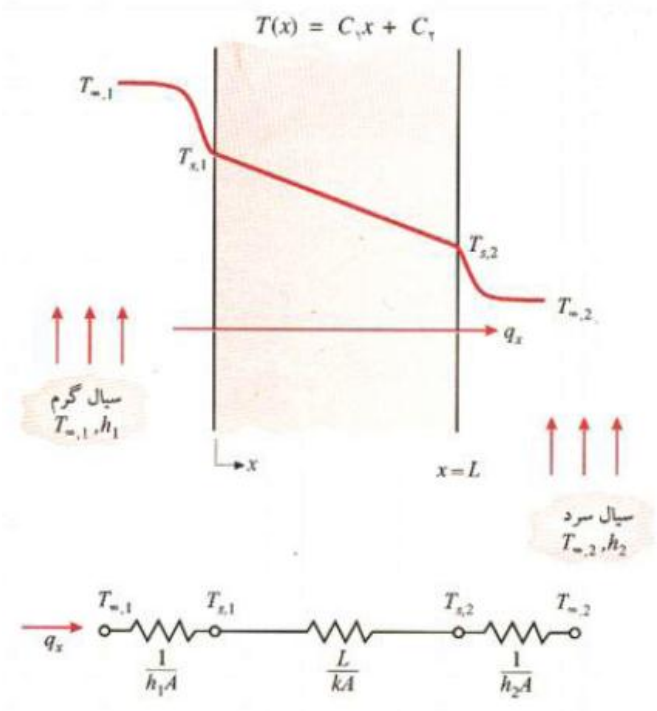
$$q_t = \frac{T_1 - T_2}{R_t} = \frac{370 - 66}{24.36 * 10^{-3}} = 12520 \text{ w} = 12.5 \text{ KW}$$

اثر جابجایی بر دیواره ساده:

یادآوری: در فصل اول برای جابجایی گفته شد:

$q=hA(T_1-T_2) = \frac{T_1-T_2}{1/hA}$ R=1/hA مقاومت جابجایی

دیواره ای به ضخامت L و ضریب هدایت حرارتی K، از طرفین با دو سیال مختلف با درجه حرارتهای $T_{\infty 1}$ و $T_{\infty 2}$ و ضریب های ثابت جابجایی h_1 و h_2 در تماس است.



$$R_{tot} = R_{1+}R_2 + R_3$$

$$\dot{q}_x = \frac{T_{\infty 1} - T_{\infty 2}}{R_{tot}} = \frac{T_{\infty 1} - T_2}{R_1 + R_2} = \frac{T_1 - T_2}{R_2} = \dots$$